

## REPETOR CATODIC SIMPLU, ECONOMIC ŞI PORTATIV PENTRU CERCETĂRI ELECTROFIZIOLOGICE

dr. I. László

Repetorul catodic este un aparat electronic indispensabil pentru măsurarea şi înregistrarea cât mai fidelă a biopotenţialelor de orice natură. Acest dispozitiv asigură două condiţii de o importanţă deosebită pentru astfel de înregistrări: a) o rezistenţă de intrare foarte mare, b) lipsa efectului dinspre aparat asupra ţesutului de cercetat.

Repetorul catodic universal face legătura directă prin rezistenţe ohmice între obiect şi aparat, fără utilizarea condensatoarelor sau bobinelor de inducţie, facilitând recepţionarea şi amplificarea atât a componentului continuu, cât şi a celui alternativ al biopotenţialelor.

Cerinţele tehnice pentru realizarea unui repetor catodic universal sau biomedical sînt destul de rigide (1, 2, 3), acesta făcînd legătura electrică între sursa de biopotenţiale de o tîrie redusă şi un aparat cu mai multe etaje de amplificare. Este evident că un repetor catodic corect construit trebuie să aibă: 1. o stabilitate cât mai mare, 2. zgomot de fond cât mai redus cu un raport de intensitate semnal util/zgomot de fond net favorabil semnalului util, 3. linearitate maximă de amplificare, indiferent de amplitudinea şi frecvenţa semnalului. Sensibilitatea are o im-

portanță mai redusă, deoarece etajele succesive asigură amplificarea necesară a semnalului.

Asigurarea acestor cerințe, de multe ori contradictorii, reprezintă o problemă tehnică destul de greu de rezolvat, pe bază de compromis alegându-se soluția optimă în funcție de scopul urmărit.

Din motivele arătate mai sus, este de înțeles că din cauza impedanței de intrare relativ reduse transistoarele obișnuite nu pot fi utilizate pentru construcția unui repetor catodic de tip biologic, acest domeniu fiind încă dominat de tuburi electronice. În ultimul timp s-au fabricat unele tipuri noi de transistoare dirijate prin câmp electromagnetic (FET = field effect transistors = transistoare cu efect de câmp) care au o rezistență de intrare la fel de mare ca și tuburile electronice. Pe baza acestor transistoare de tipul FET s-a reușit construcția unor elemente experimentale cu o impedanță de intrare foarte mare, cu rezultate bune în aplicarea lor în cercetările medico-biologice. Este posibil ca în viitorul apropiat să asistăm la înlocuirea treptată a tuburilor electronice prin aceste tipuri de transistoare (4).

O problemă dificilă în construcția și întreținerea repetorului catodic este rezolvarea sistemului de alimentare cu curent electric. Avem de a face cu două sisteme de alimentare: încălzirea filamentului și asigurarea tensiunii anodice.

Încălzirea filamentului trebuie să fie făcută cu curent continuu bine stabilit, prin care de la bun început se evită posibilitatea introducerii unui zgomot de fond, inevitabil în cazul încălzirii cu curent din rețea. În acest scop se utilizează de obicei un acumulator de tensiune corespunzătoare.

Tensiunea anodică trebuie să fie de asemenea bine stabilizată și suficient de mare pentru buna funcționare a aparatului. Obținerea tensiunii anodice de 100—300 V redresată din rețea este o problemă atât de grea încât de regulă se renunță la această cale. În mod obișnuit tensiunea anodică de valoare necesară este asigurată de baterii seci de lanternă (baterii de 4,5 volți), conectate în serie. Este evident că întreținerea unui repetor catodic prin folosirea acestui sistem de alimentare rămâne foarte scumpă, mai cu seamă dacă se folosesc tuburi electronice cu încălzire indirectă a catodului. Repetorul catodic de acest tip nu este portabil și are o durabilitate redusă.

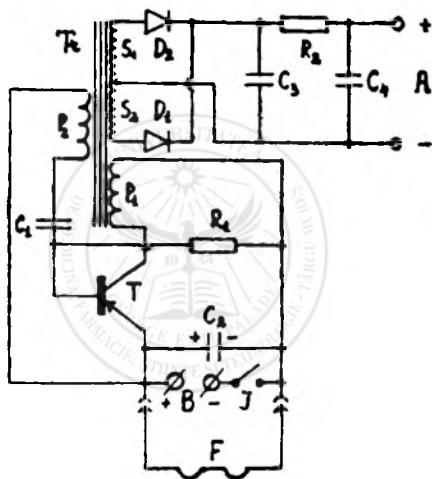
Având în vedere pe de o parte deficiențele sus-amintite, iar pe de altă parte progresul foarte mare în electronică, autorul și-a propus ca scop confecționarea unui repetor catodic cu parametri funcționali corespunzători cerințelor practice, dar cu înlăturarea pe cât posibil a deficiențelor amintite. Au fost concepute și construite două variante de repetor catodic: unul (tip A) pe bază de tuburi cu încălzire directă economică a catodului, iar altul (tip B) cu încălzire indirectă economică a catodului.

### Date tehnice

*Tipul A:* Schema de principiu a aparatului de construcție simetrică este prezentată în fig. nr. 1.  $L_1—L_2 = 1\text{ K } 2\text{ P}$  (URSS) = pentode cu pantă variabilă cu încălzire directă și economică a catodului,  $B_1—B_2 =$  baterii de 1,5 v. pentru încălzirea filamentelor,  $R_1—R_2 = 0,51\text{ Mohmi}$ ,  $R_3—R_4 = 250\text{ ohmi}$ ,  $R_5—R_6 = 10\text{ Mohmi}$ ,  $R_7—R_8 =$  becuri de lanternă de 6,3 v. — 0,3 A de aprox. 20 ohmi, care formează rezistențe de stabilizare și de limitare în circuitul de încălzire al filamentului,  $R_9—R_{10} = 10\text{ Kiloohmi} =$  rezistențe de negativare automată a grilei,  $R_{11}—R_{12} = 0,16\text{ Mohmi}$ ,  $R_{12}—R_{13} = 1\text{ Kiloohmi}$  (nu sînt obligatorii),  $P = 0,2\text{ Mohmi}$  (sau un potențiomtru de 100 Kiloohmi în serie cu o rezistență de 100 Kiloohmi),  $C_1—C_2 = 1\text{ microfarad}$ ,  $C_3—C_4 = 1—2\text{ nano- farazi}$  (nu sînt obligatorii),  $C_5—C_6 = 0,2\text{ microfarazi}$ ,  $C_7 = 6\text{ microfarazi}$  (electrolitic), precum și un întrerupător dublat în circuitele de încălzire. Tuburile lucrează în regim de triodă. Sensibilitatea este de aprox. 100 microamperi la 1 volt. Rezistența de intrare este de aprox. 100 Mohmi, iar de ieșire de aprox. 1 Kiloohm (fără  $R_{12}$  și  $R_{13}$ ).

**Tipul B:** Schema de principiu o prezentăm la fig. 2 și este concepută pe bază de tuburi dublă triodă de tipul ECC 83 sau 6N 2P (URSS) cu încălzire economică a catodului, necesitând o tensiune de 12 volți la conexiunea în serie a filamentelor.  $R_1-R_2 = 0,51$  Mohmi,  $R_3-R_4 = 1$  Kiloohm,  $R_5-R_6 = 15$  Mohmi,  $R_7-R_8 = 2,2$  Kiloohmi,  $R_9 = 150$  Kiloohmi, P = potențiomtru de 0,2 Mohmi, sau potențiomtru de 100 Kiloohmi în serie cu o rezistență de 100 Kiloohmi,  $R_{10}-R_{11} = 1$  Kiloohm (nu sînt obligatorii),  $C_1-C_2 = 0,5-1,0$  microfarad (hîrtie, stiroflex),  $C_3 = 20-40$  microfarazi (electrolitic) 100 v. Rezistențele  $R_7-R_8-R_9 =$  sînt de 0,5—1,0 W., iar celelalte de aprox. 0,25 W. Rezistențele de intrare și de ieșire sînt de ordinul celor indicate la tipul A, iar sensibilitatea atinge nivelul de 400—500 microamperi la 1 volt.

**Unitatea de tensiune cnodică** reprezintă elementul cel mai caracteristic al aparatului. Tensiunea necesară la anod este furnizată de un generator transistorizat de audiofrecvență (la aprox. 10—13 Kiloherzi) care transformă tensiunea unei baterii plate de 4,5 volți într-o tensiune de 120 volți pentru tipul A și de la un acumulator de 12 volți într-o tensiune de 300 volți pentru tipul B. Schema de principiu este prezentată în fig. 3. T = transistor de



putere de fabricație indigenă EFT 212, Tr = transformator de ieșire în contratimp tip „Modern“ de la care secundarele a cite 125 spire intră în cadrul generatorului, iar de la primarele a cite 2400 spire se obține tensiunea anodică necesară,  $D_1-D_2 =$  diode redresoare de siliciu de tip D211—BP (URSS),  $C_1 = 40$  nanofarazi,  $C_2 = 100$  microfarazi 25 — 100 volți,  $C_3-C_4 = 0,2$  microfarazi, reprezentînd condensatoare de netezire (hîrtie 300—400 volți),  $R_1 = 3$  Kiloohmi,  $R_2 = 5,6$  Kiloohmi, B = baterie plată de 4,5 volți pentru tipul A, respectiv acumulator de 12 volți pentru tipul B, I = intrerupător. La repetorul catodic tip B prin același acumulator se încălzesc și filamentele (F)

#### Trăsăturile specifice ale aparatului

1. Se utilizează tuburi electronice moderne cu încălzire economică.
2. Rezistențele în circuitul catodului sînt de valoare relativ redusă (100—200 Kiloohmi), prin ele asigurîndu-se o sensibilitate sporită cu o rezistență de intrare

I. LASZLO: REPETOR CATODIC SIMPLU ECONOMIC ȘI PORTATIV  
PENTRU CERCETARI ELECTROFIZIOLOGICE

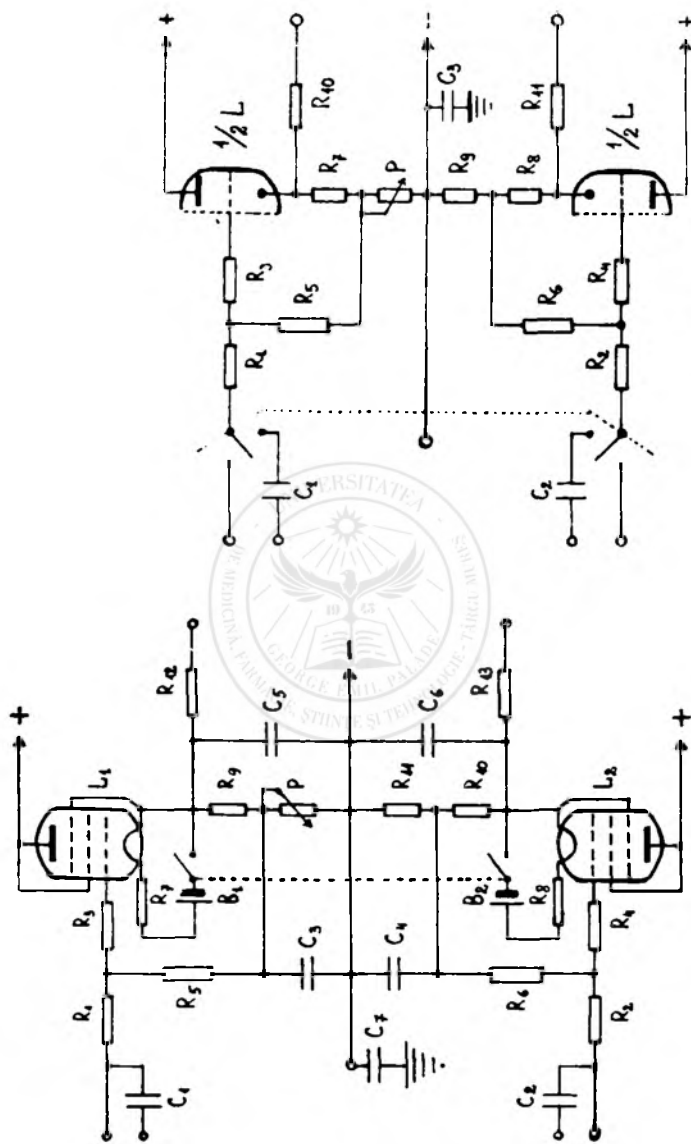


Fig. nr. 1

Fig. nr. 2

suficient de mare pentru frecvență joasă sau curent continuu, în care domeniu se încadrează fenomenele biologice.

3. Aparatul se aduce în echilibru (nulizare) cu ajutorul potențimetrului P, iar orice semnal la intrare produce o dezechilibrare de același sens, semnalată de aparatele de măsurare (microampermetru sau amplificator simetric tranzistorizat) conectate la ieșirea repetorului catodic.

4. Ambele tipuri de repetor catodic sînt portative, de dimensiuni reduse, cu o durabilitate mare, foarte ieftine, necesitînd doar trei baterii de lanternă ( $2 \times 1,5$  v., resp.  $1 \times 4,5$  v.) pentru tipul A, respectiv acumulator de 12 volți pentru tipul B.

5. Acest aparat este adecvat atît pentru uz didactic, cît și pentru cel de cercetare.

Este de menționat că astfel de aparate nu se fabrică în țară și nu există în comerț.

Ambele tipuri pot fi consultate în stare de funcționare la autor.

*Sosit la redacție: 18 mai 1971.*

### **Bibliografie**

1. BURES J., PETRÁN M., ZACHAR J.: *Electrophysiological Methods in Biological Research*, Academia Praha, 1967;
2. \* \* \* *Electronica în medicină*, Ed. Tehnică, București, 1964;
3. MEERSON A. M.: *Radioizmeritel'naja tehnika*, Ed. Energia, Moscova, Leningrad, 1967;
4. VATAȘESCU A., SINNREICH H., GAVAȚ ȘT., STERE R., PIRINGER R.: *Circuite cu semiconductoare în industrie*, Ed. Tehnică, București, 1971.